

## Optimización de Costos y Metrados en Ingeniería Civil: Análisis Comparativo BIM vs. Procesos Tradicionales en Instituciones Educativas.

## Optimization of Costs and Measures in Civil Engineering: Comparative Analysis BIM vs. Traditional Processes in Educational Institutions.

Elvis Carrizales <sup>1</sup>\* y Sonia Astocaza <sup>2</sup>.

### RESUMEN

El objetivo de la investigación fue cuantificar la variación de costos y metrados de tres proyectos (Instituciones educativas), elaborados con los procesos tradicionales de cálculo y modelamiento (2D), y mediante el uso de la metodología Building Information Modeling (BIM) aplicados para las especialidades de arquitectura (ARCH), estructuras (STR), instalaciones sanitarias y eléctricas (MEP). Los expedientes técnicos analizados fueron: Institución educativa inicial “A”, “B” y “C”, los cuales fueron modelados en 3D para la generación de metrados vinculados simultáneamente, para ello se empleó el software Autodesk Revit versión 2021, Excel y Word de Microsoft office. Los resultados obtenidos con BIM para los metrados en la especialidad ARCH reflejan una variación de 27.0%, 6.58% y 5.35%, para la especialidad STR se muestra una variación de 30.6 %, 4.4% y -4.4% y para la especialidad de MEP se obtuvo una variación de 19.7%,-14.5% y 45.5% sobre el colegio A, B y C respectivamente. Finalmente, se obtuvo un incremento en el costo directo de 7.46%,9.34%,-1.56% sobre el colegio A, B y C respectivamente.

**Palabras clave:** Building Information Modeling, Etapa de diseño, procesos Tradicionales.

### ABSTRACT

The objective of the research was to quantify the variation of costs and metrics of three projects (educational institutions), elaborated with traditional calculation and modeling processes (2D), and through the use of the Building Information Modeling (BIM) methodology applied to the specialties of architecture (ARCH), structures (STR), sanitary and electrical installations (MEP). The technical files under analysis were: Initial educational institution "A", "B" and "C", which were modeled in 3D, and linked metrics were generated simultaneously, using Autodesk Revit software version 2021, Excel, and Word from Microsoft Office. The results obtained with BIM for the metrics in the ARCH specialty reflect a variation of 27.0%, 6.58%, and 5.35%, for the STR specialty a variation of 30.6%, 4.4%, and -4.4% is shown and for the MEP specialty a variation of 19.7%, -14.5% and 45.5% was obtained over the A, B, and C school respectively. Finally, an increase in the direct cost of 7.46%,9.34%, and -1.56% was obtained over schools A, B, and C respectively.

**Keywords:** Building Information Modeling, Design stage, traditional processes.

Recibido: 31/07/2023. Aceptado: 24/08/23

\* Autor para correspondencia

1. Universidad San Luis Gonzaga de Ica, Perú. Email: [elvis1997cl@gmail.com](mailto:elvis1997cl@gmail.com)

2. Universidad San Luis Gonzaga de Ica, Perú. Email: [soniaastocazacamargo@gmail.com](mailto:soniaastocazacamargo@gmail.com)

## INTRODUCCIÓN

Mundialmente, la industria de la arquitectura, ingeniería y construcción (AIC) mediante las obras e infraestructuras de valor, catalizan la economía global y permiten la mejora en la calidad de vida de las personas (Sociedad de Comercio Exterior del Perú, 2023). Sin embargo, en los últimos años a diferencia de otras industrias el AIC no ha revolucionado sus estándares de eficiencia y productividad, debido a que no se invierte lo suficiente en innovación y digitalización de los proyectos (Barbosa et. al ,2017). Según Barbosa et, al (2017), afirma que “Existe una fuerte correlación entre el nivel de digitalización de un sector y su incremento de productividad” (p.66). Asimismo, a medida que pasa el tiempo los proyectos suelen ser más complejos, donde la etapa de diseño tiene un impacto significativo en la calidad de la información. En ese sentido es de vital importancia garantizar la productividad y optimización de los recursos de proyectos desde su etapa de planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento. En la Figura 1 se muestra el bajo índice de digitalización y productividad (%) del AIC en relación con otras industrias.

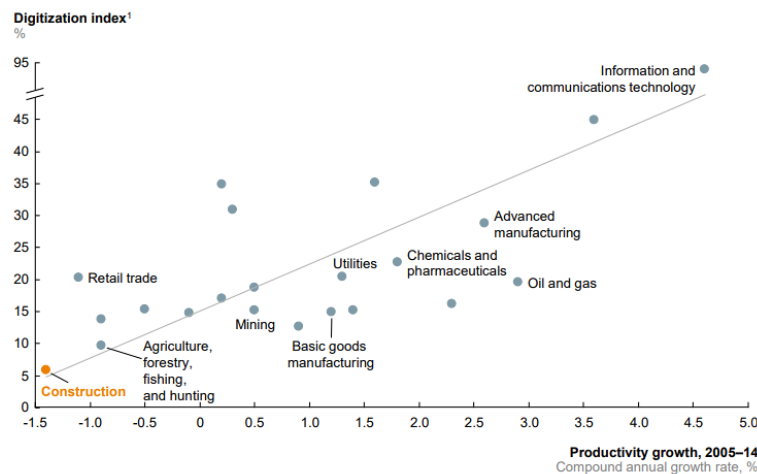


Figura 1. Índice de digitalización y productividad del AIC (2005-14)

En el Perú, la mayoría de los proyectos de AIC se vienen desarrollando con procesos tradicionales fuera de los plazos contractuales, debido a incrementos en los metrados entre otros factores. Para Latham (1994), “Los proyectos tradicionales se caracterizan por la fragmentación absoluta de los procesos, falta de coordinación entre el diseño y la construcción que finalmente conlleva a retrasos y reprocesos” (p.25). Ante esta problemática Latham (1994), propone que: “Para lograr la coordinación en los documentos disponibles de ingeniería básica para los constructores se debe considerar una única plataforma integrada” (p.26). Por ello, el estado peruano desde el 2019 que se aprobó el plan BIM Perú, viene

impulsando de manera progresiva la aplicación e implementación de metodologías de trabajos colaborativos (BIM) con miras hacia el año 2030 en todos los proyectos de construcción sujetas al Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de inversiones (PMGI).

Asimismo, para Messner et al. (2019) define que: “Building Information Modeling (BIM) es un proceso centrado en el desarrollo, uso y transferencia de un modelo de información digital de un proyecto de construcción para mejorar el diseño, la construcción y las operaciones de un proyecto” (p.21) y para Suárez et al. (2019), define que: “BIM es un proceso que genera y gestiona datos de edificaciones mediante software 3D en tiempo real. Proporciona información completa sobre el edificio, incluyendo geometría, relaciones espaciales, datos geográficos y características de sus componentes” (p, 100). Por otro lado, un área inherente a la gestión de un proyecto de construcción es la gestión de los costos, el cual para administrarlo de manera adecuada se requieren de planificación, estimación y control como procesos previos (Project Management Institute, 2013). Por ello, el impacto del costo de un presupuesto de construcción es fundamental, ya que depende del análisis “costo-beneficio” la viabilidad del proyecto. Ante ello, es necesario aplicar nuevas tecnologías que faciliten la estimación de materiales en proyectos de construcción de gran envergadura y valor.

A partir del análisis y estimación de metrados de una edificación multifamiliar con el uso de las herramientas BIM, se tuvo para las obras de arquitectura una reducción de 1.01%, para las obras de estructuras una reducción de 4.41% y una reducción de costo directo de hasta 5.51% con respecto al expediente técnico elaborado con herramientas tradicionales. Máquez (2021) y la influencia de la metodología BIM para un presupuesto de laboratorio en referencia a los costos directos fue de una reducción de hasta 12.31% con respecto al presupuesto base tradicional (Ramírez, 2018). De acuerdo con esto, la estimación de metrados mediante métodos colaborativos (BIM) como modelos tridimensionales y digitales favorece en la optimización de los costos de un proyecto en su etapa inicial o de formulación y genera confiabilidad. La falta de implementación de BIM en los proyectos de viviendas es de valores de 43% y 33% en la estimación de metrados de arquitectura, generando el aumento de los costos y tiempo debido a múltiples revisiones en los proyectos y una calidad deficiente en la estimación de metrados (Chocetoy et al ,2020).

El objetivo de esta investigación es cuantificar la variación de los costos y metrados de (03) tres proyectos de Instituciones educativas elaborados con los procesos tradicionales de cálculo y modelamiento (2D) mediante el uso de la metodología Building Information Modeling (BIM) aplicados para las especialidades de arquitectura (ARCH), estructuras (STR), instalaciones sanitarias y eléctricas (MEP).

## MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación plantea un método científico del tipo aplicada con un nivel de investigación explicativa, debido a que busca esclarecer la influencia de la metodología BIM en la estimación de los costos de un proyecto. El diseño de investigación es cuasi-experimental, debido a que implica contrastar los resultados de una variable independiente que es el foco de evaluación, en este caso es la estimación de costos y metrados, con respecto a otra variable dependiente que sin un tratamiento real alternativo como la metodología BIM en etapas de formulación del proyecto, con el fin de determinar su influencia. La población de estudio, estuvo conformada por los proyectos registrados en el Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado (OSCE) en del año 2020. La muestra de investigación consiste en 03 proyectos de instituciones educativas, el cual llamaremos Colegio “A”, “B” y “C” respectivamente, es de tipo no probabilística y dirigida por conveniencia teniendo en cuenta los siguientes criterios: Geometría arquitectónica, proyecto de infraestructura integral, edificaciones esenciales. En la Tabla 1, detalla el nombre de los 03 proyectos de expediente técnico.

Tabla 1. Muestra de la Investigación

Muestra	Nombre del proyecto
Colegio "A"	“Recuperación del servicio educativo de la institución educativa inicial N°155 Con código local 217575 En el distrito de Palpa, Provincia de Palpa - Ica”
Colegio "B"	“Mejoramiento de los servicios educativos de la institución educativa inicial N°422 de Huari tambo, distrito de Cajay - Huari – Ancash”
Colegio "C"	“Mejoramiento de los servicios educativos de la institución educativa inicial N°86869 de la localidad de collota, distrito de Cajay - provincia de huari - departamento de Ancash - primera etapa”

Para dar solución al problema planteado se tomará como principal referencia la metodología Building Information Modeling (BIM), el cual según la Guía Nacional BIM establece 28 Usos BIM de aplicación nacional. El uso de estimación de cantidades y costos” es el uso N° 08, el cual consiste en emplear el modelo 3D para obtener cantidades de materiales vinculadas al proyecto (Ministerio de economía y finanzas, 2021, p41). En el desarrollo de la investigación se contó con la información completa de los 03 expedientes técnicos en mención y se procedió tratar la información desde la revisión de documentación, generación de matrices, compatibilización, materiales y modelamiento 3D por especialidad hasta obtener la estimación de los metrados mediante tablas de materiales vinculados. En la Figura 2 y Tabla 2, representa la metodología adoptada para la estimación de los metrados mediante los usos BIM.

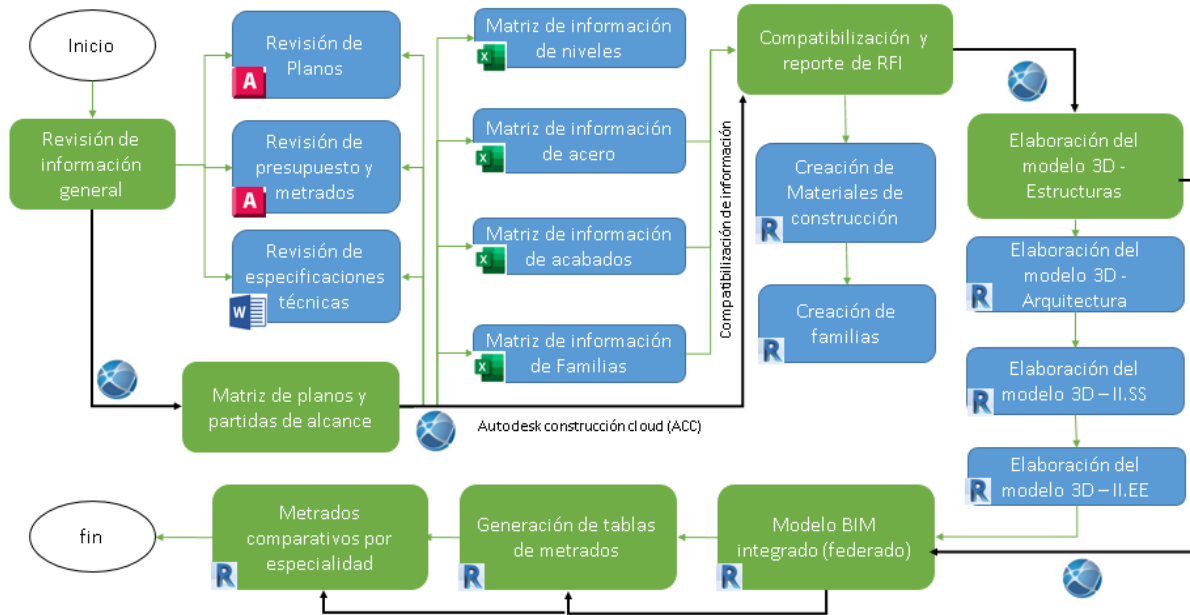


Figura 2. Metodología adoptada para la estimación de los metrados.

Tabla 2. Aplicación de los usos BIM para la estimación de metrados.

Usos BIM	Formato		
	Nativo	Versión	Salida
Información centralizada	Revit (.rvt)	v.21	Revit (.rvt)
Visualización 3d	Revit (.rvt)	v.21	Dirección URL (Autodesk Viewer)
Revisión del Proyecto	Revit (.rvt)	v.21	Revit (.rvt)
Obtención de mediciones	Revit (.rvt)	v.21	Excel (.xls)
Generación de imágenes fotorrealistas (renders)	Lumion	v.21	JPG

Previamente, se utilizó el Autodesk construction cloud (ACC) como contenedor de información donde se ordenaron las carpetas por especialidades. Asimismo se determinaron las partidas de mayor incidencia con el fin de enfocar las variaciones de metrados y costos de los colegios A, B y C respectivamente. Luego se realizaron las plantillas para la especialidad eléctrica, sanitaria, estructura y arquitectura, así mismo se vincularon los planos en Autocad para comenzar a realizar el modelo digital en el software Revit versión 2021. Posteriormente, se crearon “familias paramétricas” por cada especialidad, en total se hicieron 3 modelos de estructura, arquitectura, sanitarias e instalaciones eléctricas. En la Figura 3, se

representa el modelamiento BIM de estructura (a) y arquitectura (b), mientras que en la Figura 4 el modelamiento BIM de la especialidad de Sanitarias (a) y eléctricos (b).

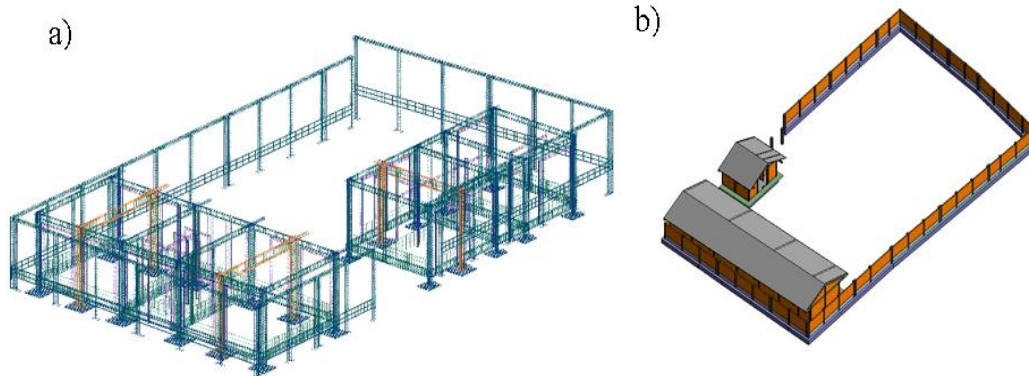


Figura 3. Modelamiento BIM de la especialidad de arquitectura y estructuras en Revit.

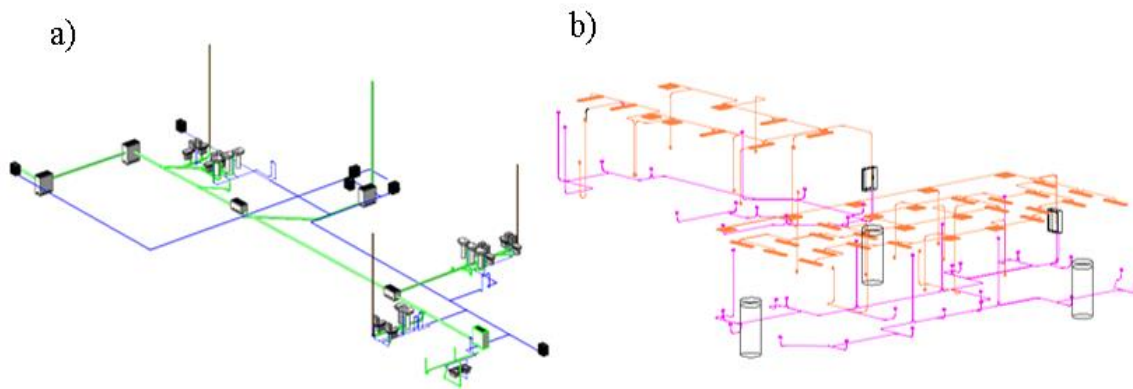


Figura 4. Modelamiento BIM de la especialidad de Sanitarias y Eléctricas en Revit.

En el desarrollo del modelo BIM, se añadieron las especificaciones técnicas propias a cada familia correspondiente a las especialidades de arquitectura, estructuras, instalaciones sanitarias y eléctricas. Esto, con el fin de vincular los elementos visuales 3D con la tabla de cantidades y constituir un entorno base de información del proyecto (Porras et. al , 2015). En la Figura 5, se muestra las tablas de cantidades para cada uno de los modelos y especialidades, se usan filtros de selección para cada tipo de material y unidades de medición. Asimismo, se sectoriza la zona de metrados, para evitar repeticiones y garantizar confiabilidad en los resultados. Finalmente, se procesó la información mediante hojas de cálculo de Microsoft Excel y Análisis de precios unitarios (APU) contractual, determinando el impacto en costo de los colegios A, B y C con la metodología BIM.

Modulo	Partida	Area
<b>Módulo III</b>		
Módulo III	MURO DE LADRILLO KK SOGA	3.14 m²
Módulo III	MURO DE LADRILLO KK SOGA	5.83 m²
Módulo III	MURO DE LADRILLO KK SOGA	5.83 m²
Módulo III	MURO DE LADRILLO KK SOGA	5.83 m²
Módulo III	MURO DE LADRILLO KK SOGA	5.83 m²
Módulo III	MURO DE LADRILLO KK SOGA	3.14 m²
		<b>29.59 m²</b>
<b>Servicios Higienicos Niños</b>		
Servicios Higienicos Niños	MURO DE LADRILLO KK SOGA	2.03 m²
Servicios Higienicos Niños	MURO DE LADRILLO KK SOGA	1.02 m²
Servicios Higienicos Niños	MURO DE LADRILLO KK SOGA	3.04 m²
Servicios Higienicos Niños	MURO DE LADRILLO KK SOGA	1.22 m²
Servicios Higienicos Niños	MURO DE LADRILLO KK SOGA	1.22 m²
Servicios Higienicos Niños	MURO DE LADRILLO KK SOGA	1.02 m²
Servicios Higienicos Niños	MURO DE LADRILLO KK SOGA	2.19 m²
Servicios Higienicos Niños	MURO DE LADRILLO KK SOGA	2.18 m²
Servicios Higienicos Niños	MURO DE LADRILLO KK SOGA	2.18 m²
Servicios Higienicos Niños	MURO DE LADRILLO KK SOGA	2.03 m²
Servicios Higienicos Niños	MURO DE LADRILLO KK SOGA	4.69 m²
Servicios Higienicos Niños	MURO DE LADRILLO KK SOGA	2.19 m²
Servicios Higienicos Niños	MURO DE LADRILLO KK SOGA	3.04 m²
Servicios Higienicos Niños	MURO DE LADRILLO KK SOGA	2.03 m²
Servicios Higienicos Niños	MURO DE LADRILLO KK SOGA	2.18 m²
Servicios Higienicos Niños	MURO DE LADRILLO KK SOGA	2.18 m²
Servicios Higienicos Niños	MURO DE LADRILLO KK SOGA	2.03 m²
Servicios Higienicos Niños	MURO DE LADRILLO KK SOGA	1.35 m²
Servicios Higienicos Niños	MURO DE LADRILLO KK SOGA	1.45 m²
Servicios Higienicos Niños	MURO DE LADRILLO KK SOGA	1.45 m²
Servicios Higienicos Niños	MURO DE LADRILLO KK SOGA	1.45 m²
		<b>42.17 m²</b>
		<b>71.77 m²</b>

Figura 5. Tablas de cantidades en Revit.

## RESULTADOS

Para la interpretación de resultados, se puede apreciar las variaciones ( $\Delta\%$ ) en relación al presupuesto tradicional. Los resultados positivos (+%) indican un exceso de metrados en el proyecto, mientras que resultados negativos (-%) señalan déficit en las cantidades de la partida.

### Estimación de Cantidades

En la Tabla 3, se compararon los metrados obtenidos mediante los modelos BIM, con respecto a la metodología tradicional del colegio A, B y C. En la especialidad de estructuras, se obtuvo un exceso de metrados con respecto a los procedimientos tradicionales, la Figura 6 muestra la diferencia de metrados 30.6%, 8.5% y 27.1% para los colegios A, B y C respectivamente, y un déficit de -1.8%, -4.4% en la partida de concreto armado y concreto simple correspondiente al colegio B y C. Con respecto a la especialidad de Arquitectura, se obtuvo un exceso de metrado del 27.0 % con respecto al proyecto base tradicional.

Tabla 3. Variación de Metodología BIM vs procesos tradicionales – Estructuras y Arquitectura

Partidas de presupuesto	Unidad	Metrados estimados - Estructuras								
		Colegio-A			Colegio-B			Colegio-C		
		Trad.	BIM	$\Delta\%$	Trad.	BIM	$\Delta\%$	Trad.	BIM	$\Delta\%$
<b>Metrados estimados – Estructuras</b>										
Concreto Simple	m3	41.48	37.2	<b>10.2</b>	99.8	101.6	<b>-1.8</b>	53.2	38.8	<b>27.1</b>
Concreto Armado	m3	72.03	50.0	<b>30.6</b>	247.7	236.8	<b>4.4</b>	14.14	15.8	<b>-4.4</b>
Acero de refuerzo	kg	6225.6	5545.6	<b>10.9</b>	10615.6	9711.10	<b>8.5</b>	4444	3901.2	<b>12.2</b>
Encofrado	m2	1207.7	951.49	<b>21.2</b>	1494.93	1445.8	<b>3.30</b>	372.1	326.3	<b>12.3</b>
<b>Metrados estimados – Arquitectura</b>										
Muros y tabiques de albañilería	m2	447.89	326.84	<b>27.0</b>	662.64	619.0	<b>6.58</b>	291.3	275.8	<b>5.35</b>

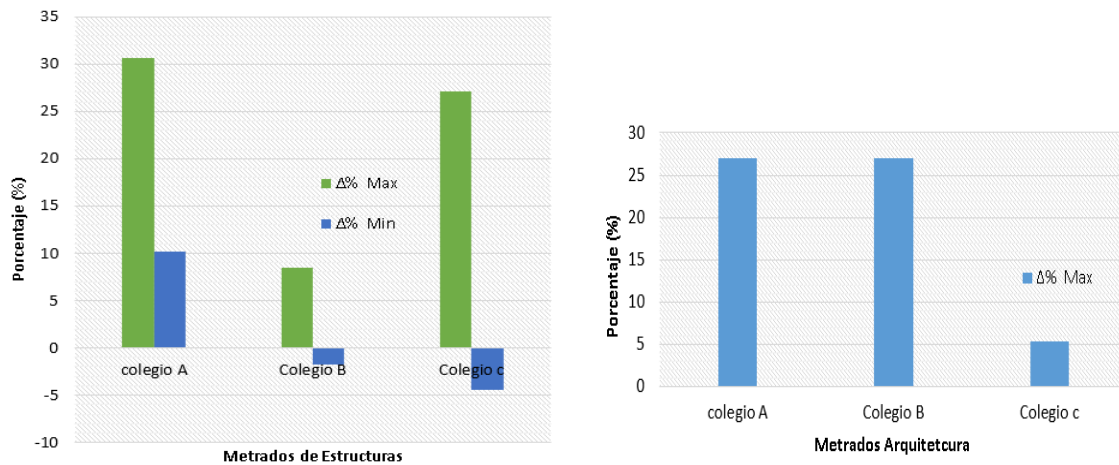


Figura 6. Variación de metrados en Estructuras y Arquitectura

En la Tabla 4, se muestra el exceso de metrados obtenidos en la especialidad de Sanitarias del 19.7%, 51.0% y 50.9% correspondiente a los colegios A, B y C respectivamente, con un déficit del -39.1% y -14.5% correspondientes a los colegios A y B. Por último para la especialidad de Eléctricas se obtiene un exceso de metrado del 45.4% en el colegio B y un déficit del -16.6% en el colegio C. Por lo tanto se tienen mayores variaciones en la estimación de metrados, un déficit de material del 39.1% y exceso del 50.9%.



Tabla 4. Variación de Metodología BIM vs procesos tradicionales – Instalaciones Sanitarias y eléctricas

Partidas de presupuesto	Unidad	Metrados estimados – Instalaciones Sanitarias y Eléctricas								
		Colegio-A			Colegio-B			Colegio-C		
		Trad.	BIM	Δ%	Trad.	BIM	Δ%	Trad.	BIM	Δ%
<b>Instalaciones Sanitarias</b>										
Tubería PVC ½"	m	13.78	16.5	<b>19.7</b>	54.41	62.3	<b>-14.5</b>	67.86	36.98	<b>45.5</b>
Tubería PVC 4"	m	15.03	20.91	<b>-39.1</b>	83.41	40.8	<b>51.</b>	38.43	38.28	<b>0.39</b>
Tubería PVC 2"	m	39.38	38.5	<b>2.2</b>	60.53	64.52	<b>-6.59</b>	73.61	36.16	<b>50.9</b>
<b>Instalaciones Eléctricas</b>										
Tubería PVC ¾"	m	151.5	128.89	<b>14.9</b>	346.0	157.2	<b>45.4</b>	52.1	60.75	<b>-16.6</b>

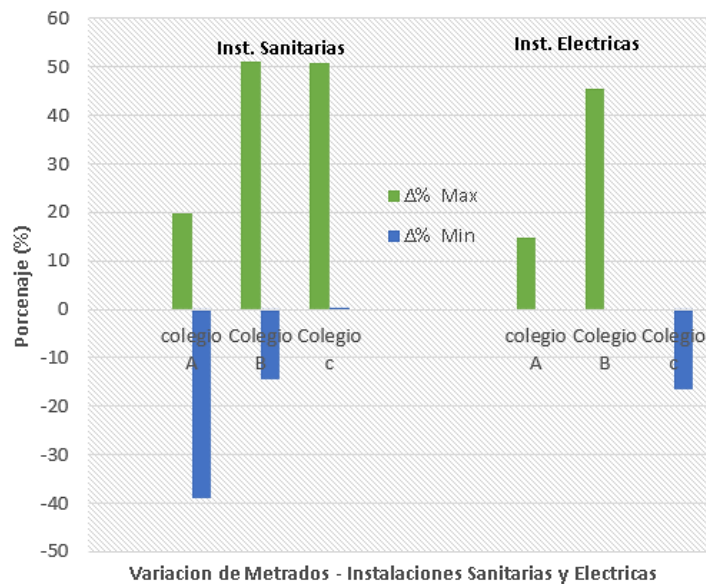


Figura 7. Variación de metrados en Instalaciones Sanitarias y Eléctricas

### Estimación de Costos

En la Figura 7, se tiene una variación en el costo en la especialidad estructuras de S/ 27,522.11, S/ 31,499.81 y -S/ 9,407.10 para los colegios A, B y C, y en las especialidades de arquitectura S/ 4,582.78, S/ 6,180.32 y S/ 2,074.30 para los colegios A, B y C respectivamente.

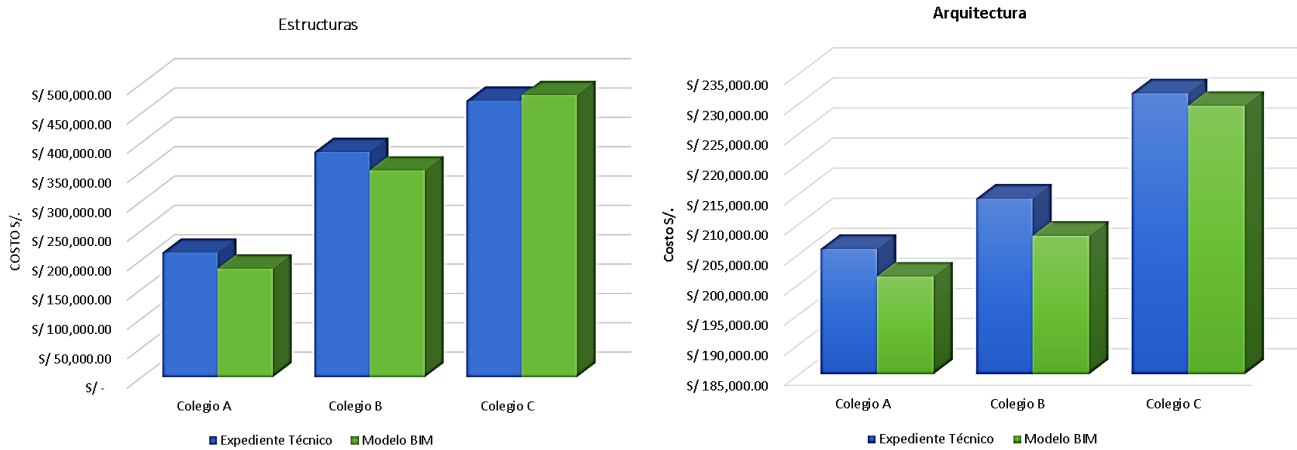


Figura 7. Variación de costo en Estructuras y Arquitectura

En la Figura 8, se tiene una variación en el costo de la especialidad Sanitaria de S/ 981.81, S/ 10,747.98 y S/ 1,981.88 para los colegios A, B y C respectivamente y en las especialidades de eléctrica S/ 799.12, S/ 15,374.79 y -S/ 6,268.42 para los colegios A, B y C respectivamente.

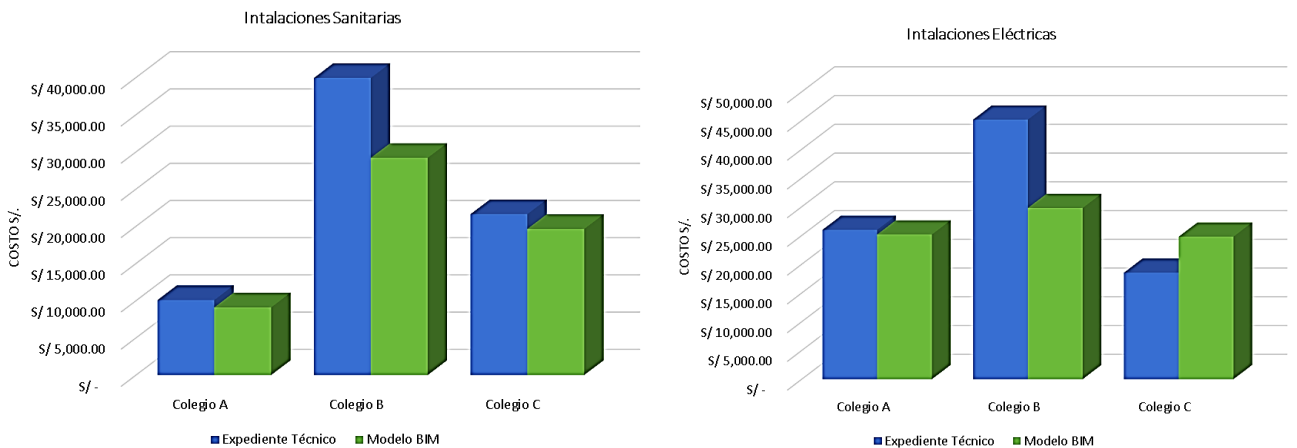


Figura 8. Variación de costo en Sanitaria y Eléctrica

Tabla 5. Variación en el Costo directo por especialidades

	Colegio-A			Colegio-B			Colegio-C		
	Trad.	BIM	$\Delta$ (S/.)	Trad.	BIM	$\Delta$ (S/.)	Trad.	BIM	$\Delta$ (S/.)
Estructuras	212,409	184,886.9	27,522	383,736	352,236	31,499	471,167	480,574	-9,407.10
Arquitectura	205,824	201,241.7	4,582	214,190	208,009	6,180	231,707	229,633	2,074.3
Instalaciones Sanitarias	10,084	9,102.2	981	39,948	29,200	10,747	21,627	19,645	1,981.8

Instalaciones Eléctricas	25,978	25,179.6	799	45,165	29,791	15,374	18,531	24,799	- 6,268.4
Variación de costo total	S/ 33,885.82		S/ 63,802.90		-S/ 11,619.35				

En la Tabla 5 se muestran las variaciones del costo directo por especialidades. En estructuras se obtuvo un exceso de S/. 31,499.00 y un déficit de S/ - 9,407.10 en el colegio A y C, en arquitectura un exceso de S/. 4,582.00, 6,180.00 y 2,074.30, en instalaciones sanitarias se obtuvo un exceso de S/. 981, 10,747 y 1,981.8 de los colegios A, B y C respectivamente. Por último en eléctricas se obtuvo un exceso de S/. 799.00 y 15,374.00, con un déficit de S/- 6,268.40. Finalmente el proyecto integral considerando todas las especialidades tal como se muestra en la Figura 9, presenta un exceso en costo directo de S/. 33,885.82 y S/. 63,802.90 con un déficit de -S/ 11,619.35 de los colegios A, B y C respectivamente. El cual representa un exceso de hasta 7.46% y 934% con un déficit de -1.56% del costo directo con respecto al proyecto contractual correspondientes a los colegios A, B y C.

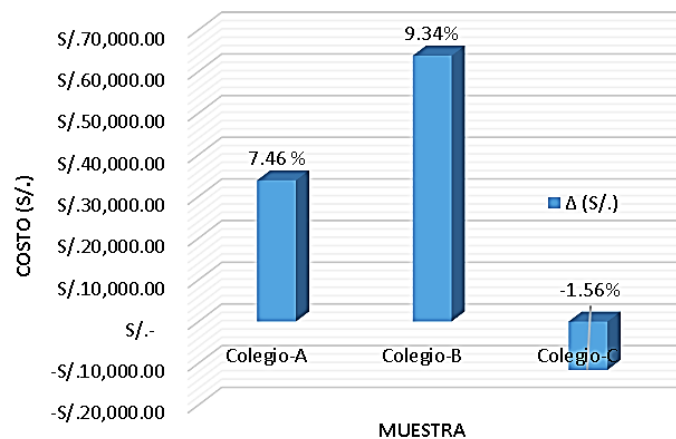


Figura 9. Variación de costo en Sanitaria y Eléctrica

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio corroboran las conclusiones previamente establecidas en la literatura científica. Coinciden con los hallazgos de Medina, Salomon y Gómez (2020), que destacaron cómo la falta de implementación de la metodología BIM conlleva un aumento en los costos y los tiempos en proyectos de ingeniería. Además, se alinean con las investigaciones de Alfaro Llique (2019), quien encontró que los incrementos en costos representaban menos del 4% en relación al costo directo total y al presupuesto. Por otro lado, los resultados respaldan las conclusiones de Márquez (2021), que demostró

---

que las herramientas BIM proporcionan una precisión significativamente mayor en los metrados, con un error relativo de solo 1.01%, en contraposición al elevado error estimado del 25.66% asociado a las herramientas tradicionales. Estos hallazgos reafirman la necesidad de reducir las variaciones en costos y metrados en proyectos de ingeniería, y sugieren que la implementación de BIM puede ser beneficiosa no solo para edificaciones, sino también para proyectos de gran envergadura en diversas áreas de la ingeniería.

## CONCLUSIONES

La metodología Building Information Modeling (BIM), ofrece ventajas de calidad de información en proyectos de edificación, especialmente en las áreas de Arquitectura y Estructura. La detección de diferencias notables en estos campos destaca la importancia de adoptar BIM para lograr una planificación y gestión más efectiva de los recursos financieros en proyectos de construcción. A pesar de los beneficios evidentes, aún persisten empresas que no han adoptado esta metodología, lo que sugiere la necesidad de una mayor conciencia y adaptación en la industria de la construcción. Con la implementación de BIM, se abre la puerta a la posibilidad de optimizar los recursos y contribuir a la realización de más proyectos que enriquezcan y beneficien a la sociedad en general, lo que resalta la importancia de su adopción en un entorno en constante evolución.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcántara Rojas, P. V. (2013). *"Metodología para minimizar las deficiencias de diseño basada en la construcción virtual usando tecnologías BIM"*. Lima, Perú.
- Alfaro Llique, L. A. (2019). *Incidencia en presupuesto aplicando la Metodología Building Information Modeling (BIM) par la Ugel- Bambamarca y bloque 1 del hospital Jaén*.
- Barbosa, F., Woetze, J., Mischke, J., Ribeirinho, M. J., Sridhar, M., Parsons, M., . . . Brown, S. (2017). *Reinventing Construction: A route to higher productivity*. Pennsylvania: Mckinsey Global Institute. Obtenido de <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/reinventing-construction-through-a-productivity-revolution>
- Latham, M. (1994). *Constructing the team*. United Kingdom: HMSO.
- Máquez Peña, K. V. (2021). *Análisis comparativo de herramientas BIM vs herramientas tradicionales al cuantificar y presupuestar la partida estructural de un proyecto de edificación*.

- Medina Chocetoy, P., Salomon Arce, N., & Gómez Minaya, R. (2020). Evaluación de la estimación de metrados para los costos de la partida de arquitectura de una obra retail en Lima en el 2019 con la implementación BIM. *Investigación & Desarrollo*.
- Messner, J., Anumba, C., Dubler, C., Goodman, S., Kasprkzak, C., Kreider, R., . . . Zikic, N. (2019). *BIM Project Execution Planning Guide* (2.2 ed.). Penn: computer integrated construction research. Obtenido de <https://psu.pb.unizin.org/bimprojectexecutionplanningv2x2/>
- Porras-Díaz, H., Sánchez-Rivera, O. G., Galvis-Guerra, J. A., Jaimez-Plata, N. A., & Castañeda-Parra, K. M. (2015). Tecnologías “Building Information Modeling” en la elaboración de presupuestos de construcción de estructuras en concreto reforzado. *I.I.* [doi:http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2015v11n1.21116](http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2015v11n1.21116)
- Project Management Institute. (2013). *A guide to the project management body of knowledge: PMBOK guide*. Newtown Square, Pennsylvania, Estados Unidos: Project Management Institute.
- Ramírez León , J. A. (2018). “*Comparación entre metodologías Building Information Modeling (BIM) y metodologías tradicionales en el cálculo de cantidades de obra y elaboración de presupuestos. Caso de estudio: edificación educativa en Colombia*”.
- Sociedad de Comercio Exterior del Perú. (2023). El sector construcción registro un crecimiento interanual del 4.9% en abril 2022. *ComexPerú*, 4. Obtenido de <https://www.comexperu.org.pe/articulo/el-sector-construccion-registro-un-crecimiento-interanual-del-49-en-abril-de-2022#:~:text=El>
- Suárez Melendez , I., Vidal Gutiérrez, L., & Leyva Fontes, C. (2019). Ventajas de la implementación de la metodología BIM utilizando Revit en el desarrollo de proyectos de edificaciones . *Serie Científica Universidad de Ciencias Informáticas*.
- Villa Quiroz, J. J. (2017). *Implementación de tecnologías BIM - Revit en los procesos de diseño de Proyectos en la Empresa Consultora JC Ingenieros S.R.L.*
- Ybañez Mays, J. B. (2018). “*BIM, para optimizar la etapa de diseño en una edificación, distrito Villa El Salvador, Lima 2018*”. Lima, Perú.